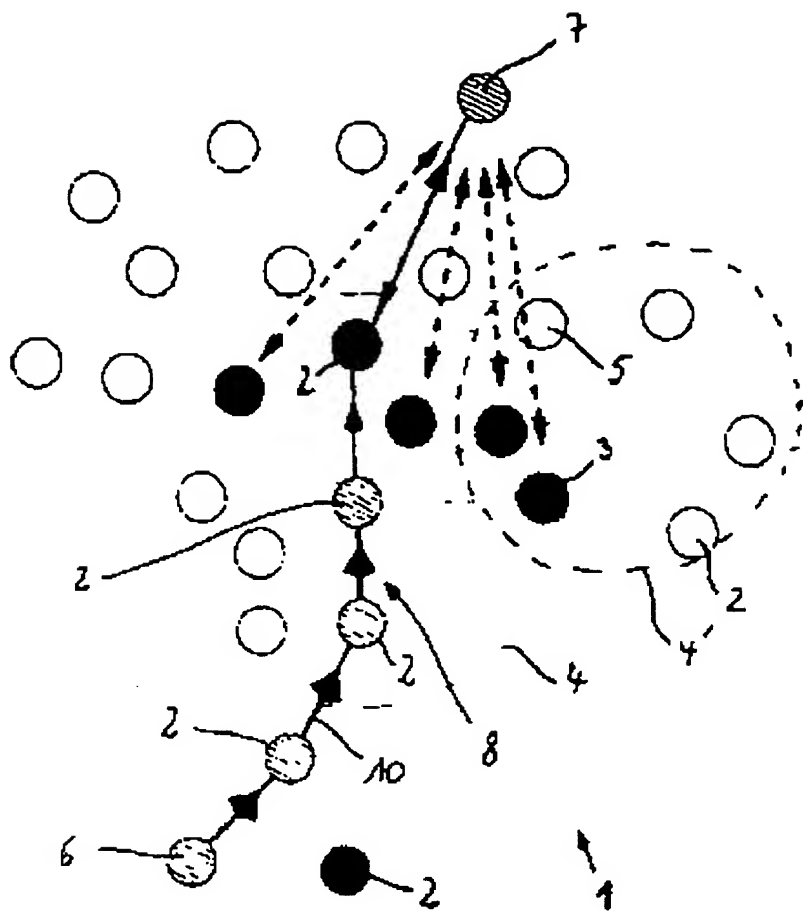


AN: PAT 2002-549476  
TI: Non-hierarchical self-organizing network has elements forming cells and each producing logical record with connection data and passing to immediately adjacent neighbors  
PN: DE10064874-A1  
PD: 18.07.2002  
AB: NOVELTY - The network has elements with transmission and reception devices for communicating with other network elements and data processing devices for controlling network self-organization. Each element forms a cell with immediately adjacent elements in its range. At least one immediate neighbor forms another cell with a less immediate neighbor. Each element produces a logical record with connection data and passes it to immediately adjacent neighbors. DETAILED DESCRIPTION - The network has inter communicating network elements with transmission and reception arrangements for communicating with other network elements and data processing devices for controlling the self-organization of the network. Each network element forms a cell with immediately adjacent elements within its range. At least one immediate neighbor forms another cell with a less immediate neighbor. Each element produces a logical record with connection data and passes it to the immediately adjacent neighbors. INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following: an arrangement for implementing the method of operating an inventive network and a network element for use in an inventive network.; USE - For communicating network elements. ADVANTAGE - Overcomes certain disadvantages of conventional arrangements and enables low cost organization of the network by the participating network elements. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic representation of an inventive network. network elements 2 cells 4,4' immediate neighbor element 3 less immediate neighbor element 5  
PA: (BORS/) BORSCHBACH M; (FREI/) FREISLEBEN B; (JANS/) JANSEN R; (LIPP/) LIPPE W;  
IN: BORSCHBACH M; FREISLEBEN B; JANSEN R; LIPPE W;  
FA: DE10064874-A1 18.07.2002; DE10064874-C2 14.08.2003;  
CO: DE;  
IC: H04Q-007/22; H04Q-007/38;  
MC: W01-B05; W01-B05A; W01-B05A1A; W02-C03C1;  
DC: W01; W02;  
FN: 2002549476.gif  
PR: DE1064874 27.12.2000;  
FP: 18.07.2002  
UP: 02.09.2003





19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 100 64 874 C 2

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 Q 7/22  
H 04 Q 7/38

21 Aktenzeichen: 100 64 874.6-31  
22 Anmeldetag: 27. 12. 2000  
43 Offenlegungstag: 18. 7. 2002  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 14. 8. 2003

DE 100 64 874 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Borschbach, Markus, Dipl.-Ing., 48147 Münster, DE;  
Jansen, Ralph, Dipl.-Ing., 57074 Siegen, DE;  
Freisleben, Bernd, Prof.Dr., 57074 Siegen, DE;  
Lippe, Wolfram, Prof. Dr., 48149 Münster, DE

74 Vertreter:

Bach, A., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50931 Köln

72 Erfinder:

gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

US 59 87 011  
US 59 49 760  
EP 10 39 689 A2  
EP 06 62 760 A2  
WO 99 46 899 A2

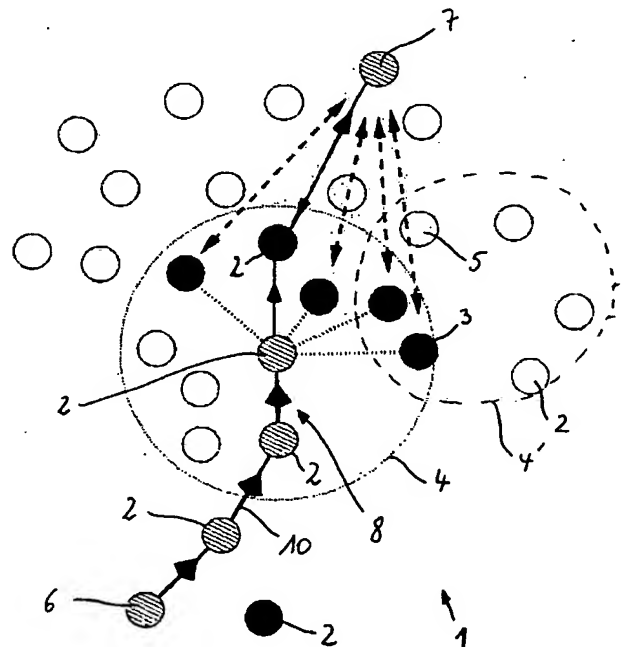
SIETMANN, R. u.a.: Drahtloses Festnetz nach  
dem Internet-Modell, in: Funkschau, 1997,  
Heft 25, S. 109-111;

SPILLING, A. G. u.a.: Self-organisation in  
future mobile communications, in: Electronics  
& Communication Engineering Journal, June 2000,  
Volume 12, Issue 3, S. 133-147;

ROYER, E.M. u.a.: A Review of Current Routing  
Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks,  
in: IEEE Personal Communications, April 1999,  
Volume 6, Issue 2, S. 46-55;

54 Nichthierarchisches selbstorganisierendes Netzwerk

57 Nichthierarchisches Netzwerk mit miteinander korrespondierenden Netzelementen, welche Send- und Empfangsmittel zur Kommunikation mit anderen Netzelementen sowie Datenverarbeitungsmittel zur Steuerung der Selbstorganisation im Netzwerk aufweisen und welche verbindungsrelevante Daten der Nachbarelemente erfassen, verarbeiten und speichern, wobei jedes Netzelement einen Datensatz mit verbindungsrelevanten Daten erzeugt und diesen an seine unmittelbaren Nachbarelemente weitergibt, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Netzelement mit innerhalb seiner Reichweite befindlichen, unmittelbaren Nachbarelementen eine Zelle bildet, welche von mittelbaren Nachbarelementen umgeben ist, dass wenigstens ein unmittelbares Nachbarelement mit einem mittelbaren Nachbarelement eine weitere Zelle bildet, dass der Datensatz über die Reichweite des zugehörigen Netzelements hinaus von den unmittelbaren Nachbarelementen an mittelbare Nachbarelemente übermittelbar ist und dass jedes Netzelement aus den Datensätzen der unmittelbaren Nachbarelemente verbindungsrelevante Daten der mittelbaren Nachbarelemente ermittelt und speichert.



DE 100 64 874 C 2

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein nichthierarchisches Netzwerk mit miteinander korrespondierenden Netzelementen, welche Sende- und Empfangsmittel zur Kommunikation mit anderen Netzelementen sowie Datenverarbeitungsmittel zur Steuerung der Selbstorganisation im Netzwerk aufweisen und welche verbindungsrelevante Daten der Nachbarelemente erfassen, verarbeiten und speichern, wobei jedes Netzelement einen Datensatz mit verbindungsrelevanten Daten erzeugt und diesen an seine unmittelbaren Nachbarelemente weitergibt.

[0002] Netzwerke dieser Art sind bekannt. In der WO 99/46899 A2 wird ein Netzwerk mit mobilen Netzelementen beschrieben, bei welchem die drahtlose Übersendung von Datenpaketen von einem Ursprungselement zu einem Zielelement über eine Vielzahl von Übertragungselementen erfolgt, wobei jeweils zwei an der Verbindung beteiligte, benachbarte und miteinander in Funkreichweite stehende Netzelemente unmittelbare Nachbarelemente sind. Die Netzelemente weisen Datenverarbeitungsmittel auf, welche den Datentransfer im Netzwerk erfassen. Dabei werden alle erfassbaren Datenpakete, die über die Netzelemente übertragen werden, von diesen nach Informationen über unmittelbar benachbarte Netzelemente ausgewertet. Die Selbstorganisation der Netzelemente umfasst dabei die Steuerung der Verbindung beziehungsweise die Vermittlung zwischen zwei Netzelementen, die Datenabfrage und -weitergabe bezüglich anderer Netzelemente und die Kommunikationsteuerung während einer Verbindung.

[0003] Zur Herstellung einer Verbindung wird eine Kapazitätsreservierung vorgenommen, welche Fehlleitungen nicht ausschließt. Weiterer Nachteil dieses Netzwerks ist es, dass die Netzelemente permanent nach neuen Daten suchen müssen, um stets mit aktuellen Netzwerkinformationen versorgt zu sein, wobei der Datentransfer des gesamten Netzwerks, welcher über die Netzelemente übermittelt wird, erfasst werden muss. Dabei wird ein erheblicher Teil der eigenen Kapazität jedes Netzelements für die Organisation des Netzwerks in Anspruch genommen, weil die Vermittlung der Daten über das Netzwerk planlos ohne Berücksichtigung der Auslastung und der freien Kapazitäten der Netzelemente erfolgt. Dadurch ist die Gesamtkapazität des Netzwerks eingeschränkt. Des Weiteren wird durch das permanente Absuchen des Datentransfers erheblich Energie verbraucht.

[0004] Außerdem werden bei der Herstellung der Verbindungen ausschließlich Daten herangezogen, welche die unmittelbaren Nachbarelemente betreffen. Dadurch wird die Wegwahl werschwert, was durch einen großen Aufwand bei der Erfassung der notwendigen Daten für die Wegwahl kompensiert werden muss. Es hat sich erwiesen, dass der Betrieb eines solchen Netzwerks nur in kleinen Dimensionen erfolgreich ist, weil die zu verarbeitenden Datenmengen für die Bereitschaft der Netzelemente die erforderliche Kapazität für Einwahl- und Vermittlungsleistungen der Netzelemente in erheblicher Weise beschränkt, so dass es zu Engpässen und Störungen im Netzwerk kommt, insbesondere dann, wenn Fehlleitungen der Datenpakete korrigiert werden müssen. Dabei kommt es häufig zu einer Überbelastung des betroffenen Netzwerkteilbereichs.

[0005] Auch die US 5 949 760 beschreibt ein Netzwerk und ein Verfahren zu dessen Betrieb. Es handelt sich dabei um ein Netzwerk mit miteinander korrespondierenden Netzelementen, welche Sende- und Empfangsmittel zur Kommunikation mit anderen Netzelementen sowie Datenverarbeitungsmittel zur Steuerung der Selbstorganisation im Netzwerk aufweisen und welche verbindungsrelevante Da-

ten der Nachbarelemente erfassen, verarbeiten und speichern, wobei jedes Netzelement einen Datensatz mit verbindungsrelevanten Daten erzeugt und diesen an seine unmittelbaren Nachbarelemente weitergibt.

[0006] Die US 5 949 760 beschreibt hierzu ein Funknetzwerk für die paketorientierte Übertragung von Daten. Das Netzwerk weist Netzelemente auf, welche mit benachbarten Netzelementen eine Nachbarschaft bilden. Jedes Netzelement der Nachbarschaft liegt in unmittelbarer Reichweite aller anderen Netzelemente der Nachbarschaft. Somit wird die Nachbarschaft durch die Reichweite der Netzelemente bestimmt und umfasst alle Netzelemente, die innerhalb dieser Reichweite im Netzwerk vorhanden sind.

[0007] Für den Aufbau von Verbindungen zwischen einem beliebigen Ursprungs- und Zielelement des Netzwerks muss die Vermittlung über die Grenze jeder Nachbarschaft gewährleistet sein. Diese Vermittlung zu benachbarten Nachbarschaften übernehmen Vermittlungselemente, die die Verbindung zur jeweils anliegenden Nachbarschaft erzeugen, da die anderen Netzelemente eine solche Vermittlung auf Grund der im Netzwerk vorgegebenen Frequenzverteilung nicht selbst vornehmen können.

[0008] Da es nämlich grundsätzliche Beschränkungen für die Zahl der Übertragungen in Funknetzen gibt, die von einem Netzelement erfolgreich verarbeitet werden können, werden Übertragungsschemata für die dynamische und automatische Handhabung von Funkfrequenzbelegungen vorgegeben, um eine optimale räumliche Auslastung zu erreichen, da ansonsten mit Überlagerungen von Funkfrequenzen zu rechnen ist, welche zu Störungen, bis hin zum Ausfall, einzelner Netzelemente führen können. Insofern handelt es sich um ein hierarchisch geordnetes Netzwerk.

[0009] Die US 5 949 760 beschreibt hierfür solche Nachbarschaften, in denen die verwendeten Frequenzen nach vorgegebenen Kriterien den zugehörigen Netzelementen zugeordnet werden. Jede Nachbarschaft ist folglich durch die Bandbreite der Netzfrequenz definiert, die in der Nachbarschaft verwendet werden kann.

[0010] Für die Organisation werden Datensätze innerhalb der Nachbarschaft ausgetauscht, die zum einen die Verbindungsqualität oder -möglichkeiten, die bereitgestellten Dienste und die Kriterien der Frequenzvergabe umfassen. Der Datenaustausch ist ausschließlich auf die Daten der unmittelbaren benachbarten Netzelemente innerhalb der jeweiligen Reichweite beschränkt.

[0011] Die räumliche Anordnung der Netzelemente ist nur unter den vorgegebenen Kriterien innerhalb der Nachbarschaft veränderbar und insofern ist die Anzahl der Netzelemente auch nur unter den vorgegebenen Kriterien in der Nachbarschaft beliebig. Zur Erfassung von Verbindungsdaten der Netzelemente in der Nachbarschaft weisen die Netzelemente Detektoren auf, mit denen die Qualität der Verbindungen gemessen wird.

[0012] Nachteil dieses Verfahrens beziehungsweise Netzwerks ist, dass die Erfassung von Verbindungsdaten für die Vermittlung zwischen den Netzelementen aufwendig ist und dass Vermittlungselementen zwischen den Nachbarschaften erforderlich sind, wodurch die Organisation aufwendig, kostenintensiv und für Störungen anfällig wird.

[0013] Des Weiteren wird die Kapazität des Netzwerks durch die vorgegebene Struktur von Nachbarschaften beschränkt, da in jeder Nachbarschaft Frequenzen vorgehalten werden müssen, die im Regelbetrieb nicht vollständig ausgenutzt werden können.

[0014] Außerdem ist in dem beschriebenen Netzwerk oder in einer Nachbarschaft eine dynamische Anpassung der Kriterien für den Aufbau und die Vermittlung von Verbindungen an veränderte Gegebenheiten kaum möglich, da inner-

halb jeder Nachbarschaft nur eine begrenzte Kapazität an Frequenzen nutzbar ist.

[0015] Darüber hinaus ist es nur mit erheblichem Aufwand für ein Netzelement möglich, die Verbindungsqualität der benachbarten Netzelemente zu bestimmen. Die dafür notwendigen technischen Mittel erhöhen die Kosten für jedes Netzelement und für den Betrieb des Netzwerks insgesamt.

[0016] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Netzwerk sowie ein Verfahren zur Organisation des Netzwerkbetriebs sowie Netzelemente, mit denen ein solches Netzwerk betrieben werden kann, zur Verfügung zu stellen, wobei die vorgenannten Nachteile des Standes der Technik vermieden werden und wobei die Organisation des Netzwerks nichthierarchisch und mit geringem Aufwand durch die beteiligten Netzelemente selbst organisierbar ist.

[0017] Eine Lösung wird erfindungsgemäß dadurch bereitgestellt, dass jedes Netzelement mit innerhalb seiner Reichweite befindlichen, unmittelbaren Nachbarelementen eine Zelle bildet, welche von mittelbaren Nachbarelementen umgeben ist, dass wenigstens ein unmittelbares Nachbarelement mit einem mittelbaren Nachbarelement eine weitere Zelle bildet, dass der Datensatz über die Reichweite des zugehörigen Netzelements hinaus von den unmittelbaren Nachbarelementen an mittelbare Nachbarelemente übermittelbar ist und dass jedes Netzelement aus den Datensätzen der unmittelbaren Nachbarelemente verbindungsrelevante Daten der mittelbaren Nachbarelemente ermittelt und speichert.

[0018] Das Netzwerk besteht aus Netzelementen, welche mehr oder weniger gleichmäßig räumlich verteilt sind und welche die gleichen Eigenschaften bezüglich der Netzorganisation aufweisen. Jedem Netzelement sind unmittelbare Nachbarelemente zugeordnet, welche zumindest teilweise gemeinsam eine Zelle bilden. Jede einem Netzelement zugeordnete Zelle besteht aus einer unbestimmten und veränderlichen Anzahl an Netzelementen. Eine Zelle ist dadurch definiert, dass alle seine Mitglieder in dem Datensatz repräsentiert sind, welcher von dem der Zelle zugeordneten Netzelement erzeugt wird. Umfasst der Datensatz nicht alle unmittelbaren Netzelemente, sind die nicht im Datensatz repräsentierten Netzelemente keine Mitglieder der Zelle. Im günstigsten Falle umfasst die Zelle alle in Reichweite befindlichen Netzelemente, dies wird aber im Realbetrieb des Netzwerks selten erreicht.

[0019] Dem Netzelement beziehungsweise der Zelle sind mittelbare Nachbarelemente zugeordnet, welche nicht in Reichweite des Netzelements liegen. Die Anzahl der mittelbaren Nachbarelemente ist ebenfalls unbestimmt und veränderlich. Es ist jedoch vorgesehen, dass jedem Netzelement eine begrenzte Anzahl an mittelbaren Nachbarelementen zugeordnet werden. Auch die unmittelbaren Nachbarelemente bilden ihrerseits Zellen mit ihren unmittelbaren Nachbarelementen. Für den Betrieb des Netzwerks ist es erforderlich, dass die mittelbaren Nachbarelemente eines Netzelements mit wenigstens einem seiner unmittelbaren Nachbarelemente eine Zelle bilden.

[0020] Vorteil dieses Netzwerks ist, dass jedes Netzelement eine eigene Zelle mit unmittelbar benachbarten Netzelementen des Netzwerks bildet, indem es die jeweiligen Datensätze dieser Netzelemente erfasst und verarbeitet. Die Zelle ist damit lediglich durch die Datenverarbeitungskapazität des Netzelements beschränkt, welches die Zelle bildet. Jedes Netzelement in der Zelle bildet wiederum eine eigene Zelle mit Netzelementen, welche benachbarten Zellen angehören können.

[0021] Die Organisation des Netzwerks erfolgt mithin nicht auf der Grundlage einer beschränkenden Frequenzver-

teilung, sondern durch die Erfassung von Daten aus der Umgebung jedes Netzelements und der Umgebung der Zelle, da die gesammelten Daten auch solche umfassen, die von mittelbar benachbarten Netzelementen außerhalb der Zelle stammen. In vorteilhafter Weise ist es somit möglich, dass jedes Netzelement eine subjektive Sicht seiner Netzwerkumgebung hat.

[0022] Darüber hinaus kann jedes Netzelement als Vermittlungselement zu benachbarten Zellen dienen, denen es angehört, wobei ihm hierzu nicht nur die Daten über die unmittelbar benachbarten Netzelemente, sondern auch Daten über die mittelbar benachbarten Netzelemente für die Wahl geeigneter Netzelemente für eine Verbindung zur Verfügung stehen.

[0023] Dabei ist vorgesehen, dass jedes Netzelement Datensätze der unmittelbaren Nachbarelemente erfasst und speichert und die verbindungsrelevanten Daten der mittelbaren Nachbarelemente aus diesen Datensätzen ermittelt. Mit dem so erzeugten Datensatz stellt ein Netzelement seine eigene subjektive Sicht des Netzwerks hinsichtlich der frei zur Verfügung stehenden Ressourcen der ihm zugeordneten mittelbar und unmittelbar benachbarten Netzelemente her. Der Datensatz wird beispielsweise bei einer Anfrage eines unmittelbar benachbarten Netzelements an dieses gesendet. Somit ist es in vorteilhafter Weise möglich, die Entscheidung über die Wahl eines Weges bei der Herstellung einer Verbindung auf der Grundlage von Daten zu treffen, welche weit über die Informationen der herkömmlichen nächsten Nachbarelemente hinausgehen. In vorteilhafter Weise wird so die Kapazitätsauslastung der Umgebung eines Netzelements bei der Wahl des Weges der Vermittlung berücksichtigt. Des Weiteren werden die Daten über die mittelbaren Nachbarn zur Ermittlung und Auswahl optimaler Wege genutzt.

[0024] In vorteilhafter Weise können so beliebig viele Netzelemente funktionsgerecht und ohne Beschränkungen nichthierarchisch im Netzwerk eingebunden werden und für den Betrieb, das heißt, für Vermittlungsleistungen und für Verbindungen genutzt werden.

[0025] Eine erfindungsgemäße Ausgestaltung des Netzwerks wird in vorteilhafter Weise dadurch erreicht, dass das Netzwerk mobile Netzelemente aufweist, vorzugsweise mobile Funk- und/oder Handfunkgeräte, welche ein Funknetz bilden. Dabei ist vorgesehen, dass das Netzwerk stationäre Netzelemente aufweist, vorzugsweise stationäre Funkgeräte zur Erhöhung der Dichte der mobilen Netzelemente im Funknetz mit geringer Dichte. Es ist dabei des Weiteren vorgesehen, dass jedes Netzelement Einwahl- und Vermittlungskapazität für die Eigenverbindung und für Fremdverbindungen aufweist.

[0026] Eine erfindungsgemäße Weiterbildung wird dadurch erreicht, dass das Netzelement wenigstens einen Datensatz mit Daten über seine Belegung, freie Einwahl- und Vermittlungskapazität und/oder Qualität der möglichen Verbindungen in der zugeordneten Zelle, vorzugsweise in vorbestimmten zeitlichen Abständen, an die unmittelbaren Nachbarelemente sendet und dass die Daten mittels Datensätzen der unmittelbaren Nachbarelemente an mittelbar benachbarte Netzelemente übermittelbar sind. Dabei sendet das Netzelement wenigstens einen Datensatz mit Daten über seine Belegung beziehungsweise über seine freie Einwahl- und Vermittlungskapazität in der Zelle an die unmittelbar benachbarten Netzelemente. Über diese werden die Daten an die mittelbar benachbarten Netzelemente weitergegeben. Jedes Netzelement des Netzwerks erzeugt somit Daten über seine eigenen dem Netzbetrieb zur Verfügung stehenden Kapazitäten. Diese werden vorzugsweise zyklisch, das heißt in vorbestimmten Zeitabständen an die unmittelbaren Nach-

barelemente gesendet. Des Weiteren werden von jedem Netzelement Daten über die Qualität der möglichen Verbindungen zu seinen unmittelbaren Nachbarelementen in der Zelle erfasst und gespeichert. Somit stehen jedem Netzelement stets Informationen über die bei einer Verbindung zu erwar-

[0027] Eine weitere Ausgestaltung des Netzwerks wird dadurch erreicht, dass das Netzelement wenigstens einen Datensatz mit Daten über die Belegung und/oder freie Einwahl- und Vermittlungskapazität der zugeordneten Nachbarelemente erzeugt und an die unmittelbaren Nachbarelemente weitergibt.

[0028] Die Datensätze der Netzelemente werden aus den Daten beziehungsweise den Datensätzen der unmittelbaren Nachbarelemente erzeugt, welche von ihren Datenverarbeitungsmitteln ausgewertet werden. Dabei werden auch Daten über die mittelbaren Nachbarelemente erfasst und gespeichert. Mit dem so erzeugten Datensatz stellt ein Netzelement seine eigene subjektive Sicht des Netzwerks hinsichtlich der frei zur Verfügung stehenden Ressourcen der ihm zugeordneten mittelbaren und unmittelbaren Nachbarelemente her. Der Datensatz wird vorzugsweise bei einer Anfrage eines unmittelbaren Nachbarelements an dieses gesendet und in vorbestimmten Zeitabständen erneuert. Die Zeitabstände können dabei variable oder ereignisorientiert vorgegeben sein, beispielsweise an vorgegebene Propagierungsmodelle gebunden sein, welche durch die selbstbestimmte Berechnung der Auslastung jedes Netzelementes überwacht wird.

[0029] Eine räumliche Beschränkung der Ausbreitung der Daten wird dadurch erreicht, dass der Datensatz mit den Daten des Netzelements und/oder der Datensatz mit den gespeicherten Daten des Netzwerks für einen vorbestimmten Zeitraum und/oder in einem vorbestimmten räumlichen Ausbreitungsgebiet gültig sind. Dabei erkennen die Netzelemente bei der Auswertung der empfangenen Datensätze selbstständig, wenn für Daten beziehungsweise Datensätze die Gültigkeit abgelaufen ist. Die Daten beziehungsweise Datensätze, deren Gültigkeit abgelaufen ist, werden dann nicht weiter verwendet und somit nicht weiter propagiert.

[0030] Die Gültigkeitsdauer kann dabei so vorbestimmt sein, dass die Daten eines Netzelements über die Zelle hinaus den mittelbaren Nachbarelementen zur Verfügung stehen. Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Gültigkeitsdauer so lange bemessen ist, dass die Daten für die dem Netzelement zugeordneten mittelbaren Nachbarelemente nutzbar sind.

[0031] Eine räumliche Beschränkung der Gültigkeit und damit eine Begrenzung der Ausbreitung der Datensätze wird dadurch erreicht, dass der Datensatz Daten über die bereits passierten Netzelemente aufweist und eine vorbestimmte Anzahl an übertragenden Netzelementen zugelassen wird. Die Netzelemente erzeugen hierzu eine Identifikation der Daten, beziehungsweise der Datensätze, die erzeugt werden. Es ist dabei in vorteilhafter Weise möglich zu vermeiden, dass ein Datensatz in einem Netzelement mehrfach verarbeitet wird. Daten, die die maximal zulässige Ausbreitung erreicht haben, werden in neu zu erzeugenden Datensätzen nicht mehr aufgenommen, so dass deren Ausbreitung beendet ist.

[0032] In vorteilhafter Weise ist es somit möglich, dass die Verbindung zwischen einem Ursprungselement und einem Zielelement dezentral durch Aufbau einer Einzelverbindung oder durch mehrere Einzelverbindungen mit zwischengeordneten, jeweils unmittelbar benachbarten Netzelementen durch eine von den Datenverarbeitungsmitteln gesteuerte Routine herstellbar ist. Wird die Verbindung zur Datenübertragung vorbereitet, werden durch Ermittlung des

für die Verbindung günstigsten mittelbaren Netzelements das unmittelbare Nachbarelement ausgewählt, welches diese Verbindung herstellen kann. Dabei wird eine Auswahl aus den in einem Datensatz gespeicherten Daten getroffen, welche die zur Verfügung stehenden Netzelemente repräsentieren. Das ausgewählte Nachbarelement wird mit dem Netzelement der zugeordneten Zelle verbunden. Jedes Netzelement des Netzwerks weist dabei im Datensatz Daten der mittelbaren Nachbarelemente auf, die ihm von den unmittelbaren Nachbarelementen der zugeordneten Zelle zur Verfügung gestellt worden sind. Diese Daten werden vorzugsweise bei Änderung der Konnektivität oder Auslastung der benachbarten Netzelemente aktualisiert und bei der Auswahl der für die Verbindung vorgesehenen unmittelbaren Nachbarelemente berücksichtigt. Dabei wird die Entscheidung, welches unmittelbare Nachbarelement ausgewählt wird, dezentral von dem jeweiligen Vorgängerelement getroffen. Sind Ursprungs- und Zielelement Mitglieder einer Zelle, das heißt unmittelbare Nachbarn, dann reicht es aus, eine Einzelverbindung zwischen diesen beiden zu schalten. Das Vorgängerelement ist in diesem Fall das Ursprungselement. Ist das Zielelement außerhalb der dem Ursprungselement zugeordneten Zelle, ist es erforderlich die Verbindung über ein oder mehrere zwischengeordnete, jeweils unmittelbar benachbarte Netzelemente zu schalten. Liegen keine Daten über mittelbare Netzelemente vor, werden die Daten der unmittelbaren Netzelemente genutzt.

[0033] Um eine hohe Qualität des Funknetzes zu erreichen, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass bei der Kommunikation zwischen einem Ursprungselement und einem Zielelement Einzelverbindungen der zwischengeordneten Netzelemente, vorzugsweise von zumindest einem der an den Einzelverbindungen beteiligten Netzelemente, selbstständig kontrollierbar und bei Störungen selbsttätig korrigierbar sind. Hierdurch wird eine dezentrale von der Gesamtverbindung weitgehend unabhängige Überwachung der Einzelverbindungen gewährleistet. In vorteilhafter Weise können die dezentral gesammelten Informationen schnell für die Korrektur einer gestörten Verbindung herangezogen werden und mit geringem Aufwand, vorzugsweise noch während der bestehenden Restverbindung, geheilt werden. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass die Korrektur einer oder mehrerer gestörter Einzelverbindung durch Auswahl von alternativen Nachbarelementen, selbstständige Reservierung der Vermittlungskapazität und Herstellung einer alternativen Verbindung über die ausgewählten, benachbarten Netzelemente durch die der gestörten Einzelverbindung nächst liegenden, verfügbaren Netzelemente erfolgt. Der Umfang der Korrektur einer gestörten Verbindung ist dabei allein von der Anzahl der gestörten Einzelverbindungen, das heißt von der Anzahl der Netzelemente abhängig, die die ursprüngliche Verbindung nicht mehr aufrecht erhalten können. Aufgrund der Informationen, die jedes an der Verbindung beteiligte Netzelement über seine Nachbarelemente hat, kann eine alternative Verbindung ausgewählt, reserviert und geschaltet werden. Die alternative Verbindung wird dabei vorzugsweise durch dieselben Auswahlkriterien gefunden, wie die ursprüngliche Verbindung, wobei die an der Störung beteiligten Netzelemente nicht mehr zur Auswahl stehen.

[0034] Damit die Netzelemente die notwendigen Informationen über das Netzwerk erhalten, wird ein Verfahren zum Betrieb des Netzwerkes vorgeschlagen. Dabei ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Netzelemente selbstständig und dezentral

– nach dem Einschalten in das Netzwerk eingebunden werden,

- auf Anforderung eines Ursprungselements einer Verbindung den Aufbau eines ihnen zugeordneten Verbindungsteilstücks durch Einwahl und Vermittlung zu einem benachbarten Netzelement vornehmen und
- auf Anforderung eines Ursprungs- und/oder Zielelements einer Verbindung die Auflösung der Verbindung bewirken

und dass die selbständige und dezentrale Organisation durch individuell ermittelte, einer Zelle zugeordnete, verbindungsrelevante Daten gesteuert wird. Jedes Netzelement wird dabei selbständig und dezentral nach dem Einschalten in das Netzwerk eingebunden. Es wird auf Anforderung eines Ursprungselements einer Verbindung den Aufbau eines ihm zugeordneten Verbindungsteilstücks durch Einwahl und Vermittlung zu einem benachbarten Netzelement selbständig und dezentral vornehmen und auf Anforderung eines Ursprungs- und/oder Zielelements einer Verbindung die Auflösung der Verbindung bewirken. Dabei wird die selbständige und dezentrale Organisation durch individuell ermittelte, einer Zelle zugeordnete, verbindungsrelevante Daten gesteuert.

[0035] Hierzu ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass jedes Netzelement durch folgende Schritte ins Netzwerk eingebunden und/oder im Netzwerk reorganisiert wird:

- Initialisierung der eigenen Systemparameter;
- Bestimmung der eigenen Position im Netzwerk;
- Aufbau einer virtuellen Zelle von unmittelbar benachbarten Netzelementen;
- Weitergabe eigener Daten an die unmittelbaren Nachbarn;
- Freigabe der Einwahl- und Vermittlungskapazität für Eigen- und/oder Fremdverbindungen.

[0036] Jedes Netzelement kann somit als Vermittlungselement zu benachbarten Zellen, denen es angehört, eine Verbindung aufbauen, wobei ihm hierzu nicht nur die Daten über die unmittelbar benachbarten Netzelemente, sondern auch Daten über die mittelbar benachbarten Netzelemente für die Wahl geeigneter Netzelemente für eine Verbindung zur Verfügung stehen.

[0037] Es wird in vorteilhafter Weise erfindungsgemäß ein Verfahren vorgeschlagen, mit dem die Netzelemente selbständig und dezentral nach dem Einschalten in das Netzwerk eingebunden werden, auf Anforderung eines Ursprungselements einer Verbindung den Aufbau eines ihnen zugeordneten Verbindungsteilstücks durch Einwahl und Vermittlung zu einem benachbarten Netzelement vornehmen und auf Anforderung eines Ursprungs- und/oder Zielelements einer Verbindung die Auflösung der Verbindung bewirken und dass die selbständige und dezentrale Organisation durch individuell ermittelte, einer Zelle zugeordnete, verbindungsrelevante Daten gesteuert wird.

[0038] Beim Einschalten eines Netzelements im Netzwerk wird das System zunächst initialisiert und die eigene Position im Netz bestimmt. Dies wird dadurch erreicht, dass die Position durch Abfragen beziehungsweise Empfangen der Netzdaten der unmittelbaren Nachbarelemente ermittelt wird, vorzugsweise durch Signalpegelbestimmung. Alternativ oder ergänzend können Positionsbestimmungen auch dadurch vorgenommen werden, dass die Position durch Abfragen eines allgemein zur Verfügung stehenden Orientierungssignals ermittelt wird, vorzugsweise eines GPS-Signals. Für mobile Stationen in Bewegung, ist die Positionsbestimmung ein ständiger Prozess.

[0039] Im Anschluss daran erfolgt die eigentliche Netzanbindung. Dies wird dadurch erreicht, dass zunächst alle

möglichen unmittelbaren Nachbarn durch Abfragen beziehungsweise Empfangen der Netzdaten der unmittelbaren Nachbarelemente festgestellt werden und darauf aufbauend eine Neuordnung der Zellenstruktur mit der Netzumgebung und des neuen Netzelements vorgenommen wird. Im einfachsten Fall erfolgt eine Ergänzung der Zellen aller unmittelbaren Nachbarn. Die Neugestaltung der Zellen der unmittelbaren Netzelemente kann jedoch einer erheblichen Regulierung bedürfen. In entsprechender Weise erfolgt die Neuordnung der Zelle beim Abmelden eines Netzelements aus dem Netzwerk.

[0040] Die Voraussetzungen für den Aufbau einer Zelle werden daher derart bestimmt, dass eine Zelle nur einen Teil der möglichen unmittelbaren Netzelemente umfasst, um durch die so erfolgte Organisation der Netzelemente die Vermittlungskapazität für den Netzbetrieb zu steigern und um permanente Umstrukturierungen großer Teilgebiete des Netzwerks zu vermeiden.

[0041] Neben der Steigerung der Vermittlungskapazität, wird durch diese Organisation auch erreicht, dass die mittelbar benachbarten Netzelemente mit den unmittelbar benachbarten Netzelementen ein zusammenhängendes Gebiet bilden und zu jedem Netzelement in der mittelbaren Nachbarschaft eine Folge von aufeinanderfolgenden Netzelementen existiert, die einen Kommunikationsweg ermöglicht, wobei unmittelbar benachbarte Netzelemente dieser Folge jeweils Teil einer gemeinsamen Zelle sind.

[0042] Die Initialisierung der eigenen Systemparameter gehört zur Inbetriebnahme des Netzelements. Sie wird erfindungsgemäß damit abgeschlossen, dass nach der Initialisierung ein Selbsttest des Systems des Netzelements erfolgt. Hierdurch werden Einschränkungen durch die Elektronik, insbesondere der Datenverarbeitungsmittel und der Speicher erfasst sowie die Versorgungsspannung geprüft. In vorteilhafter Weise können so die zur Verfügung stehenden Ressourcen, insbesondere die Einwahl- und Vermittlungskapazität ermittelt werden.

[0043] Daraufhin werden die Schritte zur Netzanbindung vorgenommen. Zunächst wird die eigene Position im Netz bestimmt. Dies wird dadurch erreicht, dass die Position durch Abfrage und/oder Empfang der Netzdaten der unmittelbaren Nachbarelemente erfolgt. Alternativ oder ergänzend können Positionsbestimmungen auch dadurch vorgenommen werden, dass die Position durch Abfrage und/oder Signalpegelbestimmung eines allgemein zur Verfügung stehenden Orientierungssignals erfolgt, vorzugsweise eines GPS-Signals. Im Anschluss daran erfolgt die eigentliche Netzanbindung. Dies wird dadurch erreicht, dass der Aufbau einer Zelle von unmittelbaren Nachbarelementen durch Erzeugung eines Datensatzes von verbindungsrelevanten Daten des Netzwerks und/oder der Nachbarelemente erfolgt, welche durch Abfrage und/oder Empfang der Netzdaten der unmittelbaren Nachbarelemente ermittelt werden.

[0044] Es wird vom Netzelement somit eine virtuelle Zelle aufgebaut, indem die relevanten Informationen der unmittelbaren Nachbarelemente ermittelt werden. Dies erfolgt durch Abfrage und Auswertung der Datensätze dieser unmittelbaren Nachbarelemente, welche die Netzdaten der Umgebung enthalten. Aus diesen Netzdaten erzeugen die Datenverarbeitungsmittel des fraglichen Netzelements einen Datensatz, welcher die dem Netzelement eigene, subjektive Sicht des Netzes wiedergibt. Dieser Datensatz umfasst im Wesentlichen die Einwahl- und Vermittlungskapazität der unmittelbaren Nachbarelemente und der nächsten mittelbaren Nachbarelemente, welche dem Netzelement noch zugeordnet werden können. Ob mittelbare Nachbarelemente dem Netzelement zugeordnet werden können, hängt davon ab, ob deren Daten in den Datensätzen der unmittel-



baren Nachbarlemente noch enthalten sind und bei der Auswertung durch die Datenverarbeitungsmittel als gültig erkannt werden können. Die Netzanbindung wird durch die Weitergabe des eigenen Datensatzes an die Nachbarlemente abgeschlossen. Dies wird dadurch erreicht, dass Daten des Netzelements über dessen Belegung und/oder freie Einwahl- und Vermittlungskapazität, vorzugsweise in vorbestimmten zeitlichen Abständen, an die unmittelbaren Nachbarlemente gesendet werden und dass der Datensatz mit den gespeicherten Daten des Netzwerks auf Anfrage der unmittelbaren Nachbarlemente übermittelt wird. Danach wechselt das Netzelement in den Betriebszustand der sogenannten Betriebsbereitschaft.

[0045] Während der Bereitschaft können zum einen Daten über die Einwahl- und Vermittlungskapazität des Netzelements an die unmittelbaren Nachbarlemente gesandt werden. Des Weiteren kann der aktuelle Datensatz des Netzelements über dessen subjektive Sicht des Netzes von den Nachbarlementen abgerufen werden. Somit bleiben die Mitglieder einer Zelle stets auf dem aktuellen Stand der relevanten Netzdaten, insbesondere der Daten über die Verfügbarkeit des Netzelements. Erfindungsgemäß sind die Daten über die Einwahl- und Vermittlungskapazität des Netzelements sowie der Datensatz mit einer zeitlich begrenzten Gültigkeit versehen. Diese im Wesentlichen systembedingte Lebensdauer bewirkt, dass die räumliche Ausbreitung der Daten beschränkt bleibt. Dadurch kann die Belastung des Netzwerks reduziert werden, weil Daten beziehungsweise Datensätze, welche die vorgegebene Lebensdauer überschritten haben, von den Datenverarbeitungsmitteln gelöscht und dadurch von den Netzelementen nicht mehr propagiert werden.

[0046] Erfindungsgemäß wird eine Verbindung mit einem Zielelement dadurch hergestellt, dass sich ein Ursprungselement ins Netzwerk einwählt und die Verbindung von zwichengeordneten Netzelementen bis zum Zielelement vermittelt wird. Dies wird dadurch erreicht, dass Einwahl und Vermittlung des Netzelements, nachdem es im Netzwerk eingebunden worden ist, mit folgenden Schritten vorgenommen wird:

- Routing;
- Reservierung der für die Verbindung vorgesehenen Netzelemente;
- Initialisierung der für die Verbindung vorgesehenen Netzelemente;
- Aufbau der Verbindung durch Belegung der notwendigen Einwahl- und Vermittlungskapazität.

[0047] Das Routing erfolgt dabei dezentral durch Bestimmung von Einzelverbindungen unter Ausnutzung der in den beteiligten Netzelementen gespeicherten Daten. Dazu ist in vorteilhafter Weise vorgesehen, dass beim Routing wenigstens ein Wegewahldatensatz erzeugt wird, der Daten der für die Verbindung erforderlichen Netzelementen umfasst, welche ausreichend Einwahl- und Vermittlungskapazität sowie die notwendige Qualität für eine Verbindung aufweisen und dass für jede Einzelverbindung das jeweils günstigste Netzelement ausgewählt wird. Der Wegewahldatensatz wird sukzessive aufgebaut, wobei jeweils die nächste Einzelverbindung aufgrund der lokalen Daten desjenigen Netzelements erzeugt wird, welches die Einzelverbindung aufbauen muss. Dies wird beispielsweise durch eine paketbasierte Kommunikation mittels eines Routingprotokolls zwischen den unmittelbar benachbarten Netzelementen erreicht. Die Verbindung wird dadurch physisch hergestellt, dass die ausgewählten Netzelemente durch Belegung der notwendigen Einwahl- und Vermittlungskapazität reserviert werden. Die

Reservierung erfolgt, vorzugsweise schrittweise, wobei die jeweils benötigte Einwahl- und Vermittlungskapazität der ausgewählten Netzelemente belegt wird.

[0048] Nach der Reservierung stehen die hierfür benötigten Ressourcen der beteiligten Netzelemente für andere Verbindungen nicht mehr zur Verfügung, was in den vom Netzelement propagierten Daten zum Ausdruck kommt. Demgemäß wird die nunmehr eingeschränkte Verfügbarkeit der ausgewählten Netzelemente vom Restnetz berücksichtigt. Die Reservierung und die Vermittlung der ausgewählten Netzelemente erfolgt mittels einer kanalbasierten Verbindung zwischen dem Ursprungs- und dem Zielelement. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass die Datensätze der ausgewählten Netzelemente für die Verbindung initialisiert werden und dass die Netzelemente die neuen Datensätze an ihre unmittelbaren Nachbarlemente weitergeben. Zur Herstellung der Gesamtverbindung werden dann die Einzelverbindungen durchgeschaltet, das heißt konnektiert.

[0049] Nachdem die Kommunikation zwischen dem Ursprungselement und dem Zielelement beendet ist, wird die Verbindung nicht mehr benötigt und die an der Verbindung beteiligten Netzelemente sind für das Netzwerk wieder verfügbar. Hierzu ist es erforderlich, die Einwahl- und Vermittlungskapazität der einzelnen Netzelemente wieder freizuschalten. Dies wird dadurch erreicht, dass die Auflösung einer Verbindung mit folgenden Schritten vorgenommen wird:

- Auflösung der Gesamtverbindung durch, vorzugsweise schrittweise, Aufhebung der Reservierung jeder der beteiligten Einzelverbindungen;
- Reorganisation der an der Verbindung beteiligten Netzelemente;
- Freigabe der Einwahl- und Vermittlungskapazität der beteiligten Netzelemente an das Netzwerk.

[0050] Die Aufhebung der Reservierung erfolgt dadurch, dass die entsprechenden Parameter der propagierten Datensätze für die Verbindung als ungültig gekennzeichnet werden, womit die Reservierung bei jedem einzelnen Netzelement gelöscht und die gesamte Verbindung aufgehoben wird.

[0051] Die Erfindung umfasst des Weiteren ein Netzelement, welches für den Aufbau und Betrieb des Netzwerks, insbesondere eines Funknetzes vorgesehen ist. Dieses wird dadurch zur Verfügung gestellt, dass mittels Send- und Empfangsmitteln zur Kommunikation mit anderen Netzelementen sowie Datenverarbeitungsmitteln zur Steuerung der Selbstorganisation im Netzwerk verbindungsrelevante Daten benachbarter Netzelemente erfassbar, verarbeitbar und speicherbar sind und dass Daten über die eigene Einwahl- und Vermittlungskapazität sowie Daten über die Belegung und/oder freie Einwahl- und Vermittlungskapazität der zugeordneten Nachbarlemente an unmittelbar benachbarte Netzelemente propagierbar sind. In vorteilhafter Weise kann somit von jedem Netzelement die Einwahl- und Vermittlungskapazität der unmittelbaren Nachbarlemente sowie deren Anzahl durch Empfang der von diesen gesendeten Daten ermittelt werden. Diese Daten werden dann für eine vorbestimmte Zeit gespeichert und beim Aufbau einer Verbindung mit einem Nachbarlement oder bei einer Vermittlung über dasselbe verwendet.

[0052] Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass jedes Netzelement Steuerungsmittel aufweist, mit denen benachbarte Netzelemente steuerbar sind.

[0053] Eine erfindungsgemäße Ausführungsform des Netzelements wird dadurch zur Verfügung gestellt, dass mit den



Steuerungsmitteln die Einwahl- und Vermittlungskapazität benachbarter Netzelemente abfragbar, speicherbar und reservierbar ist. Des Weiteren ist vorgesehen, dass für den Aufbau einer Verbindung zu einem unmittelbar benachbarten Netzelement dessen Einwahl- und Vermittlungskapazität mittels Steuerungsmitteln konnektierbar ist. Die Einwahl- und Vermittlungskapazität des Netzelements ist vorzugsweise auf externe Anforderung hin reservierbar und konnektierbar, sofern die Kapazität nicht für den Eigenbedarf benötigt wird.

[0054] Erfindungsgemäß wird bei Auflösung der Gesamtverbindung durch die Ursprungs- und Zielelemente erreicht, dass Reservierungen der Einwahl- und Vermittlungskapazitäten jedes an der Verbindung beteiligten Netzelements aufgehoben wird und die Einwahl- und Vermittlungskapazitäten des Netzelements automatisch freigegeben werden. In gleicher Weise wird die Reservierungen der Einwahl- und Vermittlungskapazitäten eines Netzelements aufgehoben, wenn durch einen internen Test eine irreguläre beziehungsweise inaktive Belegung festgestellt wird.

[0055] Die Erfindung wird im Folgenden anhand von Zeichnungen dargestellt. Es zeigt

[0056] Fig. 1 die schematische Darstellung des Netzwerks mit Netzelementen bei der Herstellung einer Verbindung;

[0057] Fig. 2a die schematische Darstellung einer Zelle mit mittelbaren und unmittelbaren Nachbarelementen;

[0058] Fig. 2b die Anordnung von Zellen in einer Verbindung;

[0059] Fig. 3a eine Selbstheilung des Netzwerks bei einer Schleifenbildung;

[0060] Fig. 3b eine Selbstheilung des Netzwerks bei Verbindungsstörungen;

[0061] Fig. 4a die Aktualisierung des Netzwerks/der Zelle als Funktionsdiagramm;

[0062] Fig. 4b die Vermittlungsanfrage an ein Netzelement als Flussdiagramm;

[0063] Fig. 4c die Verbindungsprüfung eines Netzelementes in einer Gesamtverbindung.

[0064] In Fig. 1 ist das erfindungsgemäße nichthierarchische Netzwerk 1 bei der Herstellung einer Verbindung dargestellt. Das Netzwerk 1 weist miteinander korrespondierende Netzelemente 2 auf. Die Netzelemente 2 sind mit Send- und Empfangsmitteln zur Kommunikation mit anderen Netzelementen sowie mit Datenverarbeitungsmitteln zur Steuerung der Selbstorganisation im Netzwerk 1 ausgestattet. Von den Send- und Empfangsmitteln werden verbindungsrelevante Daten der Nachbarelemente 3 erfasst, verarbeitet und gespeichert. Jedes Netzelement 2 bildet mit innerhalb seiner Reichweite befindlichen, unmittelbaren Nachbarelementen 3 eine Zelle 4. Die Zelle 4 wird dadurch gebildet, dass das Netzelement 2 einen Datensatz mit verbindungsrelevanten Daten erzeugt. Dieser Datensatz umfasst in der Zelle 4 befindliche unmittelbaren Nachbarelemente 3. Außerhalb der Zelle 4 sind mittelbare Nachbarelemente 5 angeordnet, welche nicht in dem Datensatz des Netzelementes 2 aufgenommen sind. Zu den mittelbaren Nachbarelementen 5 gehören folglich alle außerhalb der Reichweite des Netzelementes 2 liegenden Netzelemente. In der Regel liegen aber auch mittelbare Netzelemente innerhalb der Reichweite des Netzelementes 2, was zum einen von der Dichte der Netzelemente im entsprechenden Netzwerkteil und damit von der Ausbreitung der verbindungsrelevanten Daten und zum anderen von der Reichweite des entsprechenden Netzelementes abhängt.

[0065] Der so erzeugte Datensatz wird vom Netzelement 2 an seine unmittelbaren Nachbarelemente 3 weitergegeben, die ihrerseits Datensätze der verbindungsrelevanten Daten der in ihrer Nachbarschaft befindlichen unmittelbaren Nach-

barelementen erzeugen, so dass wenigstens ein unmittelbares Nachbarelement 3 mit einem mittelbaren Nachbarelement 5 eine wenigstens eine weitere Zelle 4 bildet.

[0066] Die Datensätze mit den verbindungsrelevanten Daten des Netzelements 2 beziehungsweise der Datensatz mit den gespeicherten Daten des Netzwerks sind für einen vorbestimmten Zeitraum beziehungsweise in einem vorbestimmten räumlichen Ausbreitungsgebiet gültig. Ist die Gültigkeit eines Datensatzes abgelaufen, werden die entsprechenden Daten nicht weitergegeben beziehungsweise bleiben bei der Erzeugung eines neuen Datensatzes eines außerhalb des Gültigkeitsbereichs liegenden Netzelementes unberücksichtigt. Somit wird gewährleistet, dass die Daten eines Netzelementes ausschließlich in einem begrenzten Gebiet beziehungsweise für einen begrenzten Zeitraum verbreitet werden.

[0067] Eine Gesamtverbindung 8 zwischen einem Ursprungselement 6 und einem Zielelement 7 wird über dazwischenliegende Netzelemente 2 hergestellt. Dazu werden jeweils Einzelverbindungen 10 zwischen je zwei Netzelementen 2 gebildet, welche zu der Gesamtverbindung 8 verbunden werden. Dabei werden die für die Gesamtverbindung 8 günstigsten Netzelemente 2 ausgewählt und deren Einwahl- und Vermittlungskapazität zunächst reserviert und zur Herstellung der Gesamtverbindung 8 konnektiert. Die Auswahl der für die Gesamtverbindung 8 vorgesehenen Netzelemente 2 erfolgt im besten Falle stets in Hinsicht auf die günstigste Lage zum Zielelement 7. Bei verminderter Kapazitätsdichte auf Grund niedriger Dichte an für die Gesamtverbindung 8 vorgesehenen Netzelementen oder hoher Auslastung des Netzwerks 1 erfolgt die Auswahl in Hinsicht auf ausreichende Kapazitäten der beteiligten Netzelemente 2. Ein weiteres Auswahlkriterium stellt die Qualität der möglichen Einzelverbindung 10 dar.

[0068] In Fig. 2a ist die schematische Darstellung einer Zelle mit mittelbaren und unmittelbaren Nachbarelementen 3, 5 gezeigt. Das Netzelement 2 weist dabei in seiner Reichweite, welche durch den Kreis R dargestellt ist, eine Anzahl unmittelbarer und mittelbarer Nachbarelemente 3, 5 auf. Die unmittelbaren Nachbarelemente 3 bilden mit dem Netzelement 2 die Zelle 4. Außerhalb der Zelle 4 sind mittelbare Nachbarelemente 5 angeordnet. Die Datensätze des Netzelementes 2 werden über die Grenze der Zelle 4 von Nachbarelement zu Nachbarelement an Netzelemente 2 in die mittelbare Nachbarschaft weiter gegeben, wobei die Ausbreitungstiefe im Wesentlichen von den Gültigkeitseigenschaften der Daten abhängt.

[0069] In Fig. 2b ist eine Gesamtverbindung 8 zwischen einem Ursprungselement 6 und einem Zielelement 7 dargestellt. Die an der Gesamtverbindung 8 beteiligten Netzelemente 2 weisen jeweils Zellen 4 auf, deren Grenzen 9 sich überschneiden. Dabei ist es vorgesehen, dass Einzelverbindungen 10 auch zwischen Netzelementen 2 einer Zelle 4 erzeugt werden.

[0070] Liegt das Zielelement 7 nicht in der mittelbaren oder unmittelbaren Nachbarschaft, so erfolgt die Entscheidung für die Wegewahl über die Grenzen 9 einer Zelle 4 hinweg auf der Basis der Distanz und der Richtung durch die jeweils noch erfassbaren mittelbaren Nachbarelemente. Dabei wird die Entscheidung über das nächste zu reservierende Netzelement 2 von dem jeweils betroffenen vorhergehenden Netzelement 2 der Verbindung getroffen. Diese knotengeteuerte Wegewahl erzeugt eine Folge von möglichen optimalen Pfaden zum Aufbau der Gesamtverbindung 8, deren Auswahl vom Ursprungselement 6 getroffen wird.

[0071] Fig. 3a zeigt einen Ausschnitt aus einem Netzwerk 1 während dem Aufbau einer Gesamtverbindung 8. Auf Grund geringer Dichte an Netzelementen 2 oder hoher Aus-

lastung des Netzwerks 1 in dem betroffenen Gebiet sind bei der Herstellung der Gesamtverbindung 8 Bildungen von Schleifen 11 möglich. Dabei wird nach einer unbestimmten Anzahl von Einzelverbindungen 10 ein Netzelement 2 wieder erreicht, dass bereits Bestandteil der Menge der für die Gesamtverbindung 8 vorgesehenen Netzelemente 2 ist. Eine Schleife 11 wird von den betroffenen Netzelementen 2 dadurch erkannt, dass der Datensatz für die Reservierung der Einwahl- und Vermittlungskapazität in einem Netzelement 2 zwei Mal für dieselbe Verbindung erzeugt werden soll. Nachdem die Schleife 11 erkannt worden ist, wird zunächst geprüft, ob alternativen Verbindungsmöglichkeiten der an der Schleife 11 beteiligten Netzelemente 2 möglich sind, um die Schleife 11 zu vermeiden und die Reservierung weiterer Netzelemente 2 bis zum Zielelement 7 fortzusetzen. Kann dies nicht realisiert werden, werden die bereits reservierte Kapazität der beteiligten Netzelemente 2 freigegeben und die Wegewahlanfrage wird an das nächste Netzelement 2 zurückgegeben, das vor der Schleife liegt und das unmittelbare Nachbarlemente 3 aufweist, über die die Gesamtverbindung 8 herstellbar ist. Kann die Gesamtverbindung 8 von einem der an der Schleife 11 beteiligten Netzelemente 2 aus weiter hergestellt werden, dann wird die Schleife 11 bis zu diesem Netzelement 2 freigegeben und die Gesamtverbindung 8 von diesem Netzelement 2 aus hergestellt.

[0072] Da jedes Netzelement 2 für mehrere Verbindungen Kapazität zu Verfügung stellen kann, ist vorgesehen, dass jede Vermittlungsanfrage in dem Datensatz eines Netzelementes 2 mit einer individuellen Kennung repräsentiert ist, um eine eindeutige Zuordnung zu einer Gesamtverbindung 8 zu ermöglichen.

[0073] In Fig. 3b ist der Ausschnitt einer Gesamtverbindung 8 zwischen einem Ursprungs- und Zielelement 6, 7 dargestellt, bei welchem die Einzelverbindung 10 geminderte Verbindungsqualität aufweist. Diese geminderte Verbindungsqualität kann beispielsweise dadurch hervorgerufen sein, dass bei der Übertragung von Daten auf Grund erhöhter Bitfehlerrate oder Blockierungswahrscheinlichkeit Fehler auftreten oder die Verbindung lokal unterbrochen ist.

[0074] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die nächsten an der Verbindung beteiligten Netzelemente 2, 2' auf jeder Seite der gestörten Verbindung lokal jeweils über unmittelbare Nachbarlemente 3 auf der Basis der Daten der ihnen zugeordneten Zellen 4, 4' eine alternative Verbindung als Bypass 12 herstellen, über die die Gesamtverbindung 8 daraufhin weiterbetrieben wird. Dabei wird die Gesamtverbindung 8 zunächst in der Weise gehalten, dass die Netzelemente 2, 2' für jedes funktionsfähige Teilstück 13, 13' der Gesamtverbindung 8 das jeweilige Endnetzelement simulieren. Dabei stellt das ursprungsseitige Endnetzelement 14 für das ursprungsseitige Teilstück 13 der Gesamtverbindung 8 vorübergehend bis zur Herstellung des Bypasses 12 das Zielelement dar und das zielseitige Endnetzelement 14' für das zielseitige Teilstück 13' der Gesamtverbindung 8 vorübergehend bis zur Herstellung des Bypasses 12 das Ursprungselement dar. Die Gesamtverbindung 8 kann während der Herstellung und Konnektierung des Bypasses bestehen bleiben, so dass die Gesamtverbindung 8 nicht beendet wird. Die Kapazitäten der vom Bypass 12 überbrückten Netzelemente 2 werden anschließend wieder freigegeben.

[0075] Zur Prüfung der Verbindungsqualität wird von jedem an der Gesamtverbindung 8 beteiligten Netzelemente 2 die Vermittlungskapazität der an der Verbindung beteiligten unmittelbaren Nachbarlemente 3 ermittelt und mit den gespeicherten Verbindungsdaten verglichen. Bei unzulässigen Abweichungen der ermittelten Vermittlungskapazität werden die so festgestellten Störungen dezentral und selbsttätig aus vorbeschriebene Weise behoben.

[0076] In Fig. 4a ist das Verfahren zum Betrieb des Netzwerkes 1 schematisch als Flussdiagramm dargestellt. Das Netzwerk 1 wird dadurch gebildet, dass die einzelnen Netzelemente 2 miteinander kommunizieren. Dies erfolgt mit der dargestellten Aktualisierung des Netzwerkes 1 beziehungsweise der Zelle 4, die in vorgegebenen regelmäßigen Abständen oder nach Bedarf von den Netzelementen 2 durchgeführt wird.

[0077] Das Netzelement 2 prüft dabei zunächst, ob es bereits in das Netzwerk 1 eingebunden ist oder nicht. Ist dies nicht der Fall, wird das Netzelement 2 durch Initialisierung, Selbsttest und Positionsbestimmung in das Netzwerk 1 eingebunden. Die diesbezüglichen Werte werden in einem Datensatz gespeichert. Dabei wird der Datensatz mit einer eingelegte Gültigkeitsdauer repräsentierenden Kennung versehen, um das Ausbreiten des Datensatzes im Netzwerk 1 zu beschränken. Der somit erzeugte Datensatz wird direkt an die Nachbarlemente 3 übermittelt. Indirekt wird der Datensatz bis zum Ende der Gültigkeitsdauer über die Reichweite des zugehörigen Netzelements 2 hinaus von den unmittelbaren Nachbarlementen 3 an mittelbaren Nachbarlemente 5 übermittelt.

[0078] Des Weiteren empfängt das Netzelement 2 Datensätze aus der Umgebung von unmittelbaren Nachbarlementen 3. Daraus werden die Daten über die Einwahl- und Vermittlungskapazität der unmittelbaren Nachbarlemente 3 ermittelt und mit allen so ermittelten gültigen Daten ein die Zelle repräsentierender Datensatz erzeugt, der in der Regel auf Anfrage von unmittelbaren Nachbarlementen an diese gesendet wird.

[0079] Ungültige Daten aus den Datensätzen der unmittelbaren Nachbarlemente 3 werden bei der Erzeugung des die Zelle 4 repräsentierenden Datensatzes nicht berücksichtigt beziehungsweise gelöscht.

[0080] War das Netzelement 2 bereits eingebunden, wird die eigene Einwahl- und Vermittlungskapazität beziehungsweise die Daten der Zelle 4 evaluiert und der Datensatz aktualisiert, wenn Daten als ungültig festgestellt worden sind oder sich spezifische Daten geändert haben.

[0081] In Fig. 4b ist der Herstellung einer Gesamtverbindung 8 in schematischer Darstellung einer Vermittlungsanfrage an ein beteiligtes Netzelement 2 in Form eines Flussdiagramms dargestellt.

[0082] Bei der Vermittlungsanfrage wird zunächst vom Netzelement 2 geprüft, ob es selbst das Zielelement ist. Ist dies der Fall, wird die Verbindung durchgeschaltet, das heißt die durch die Folge von Vermittlungsabfragen reservierten Netzelemente 2 werden zusammengeschaltet beziehungsweise konnektiert.

[0083] Danach wird die Verbindung in regelmäßigen Abständen oder bei Bedarf geprüft.

[0084] Ist das angefragte Netzelement 2 nicht das Zielelement 7, wird geprüft, ob die Anfrage von extern erfolgt ist oder von intern, das heißt von dem Netzelement 2 selbst. Dies ist der Fall, wenn das Netzelement 2 selbst Ursprungselement 6 ist. Dann wird geprüft, ob das Netzelement 2 für die Einwahl genügend Kapazität aufweist und diese gegebenenfalls reserviert.

[0085] Kommt die Anfrage von extern, wird zunächst geprüft, ob die Verbindungskennung bereits in diesem Vorgang zur Vermittlung geprüft und gegebenenfalls eine Reservierung vorgenommen worden ist. In diesem Falle wäre eine Schleife 11 bei der Wegewahl entstanden, die dadurch wieder aufgelöst wird, dass die Vermittlungsanfrage solange an den jeweiligen Vorgänger zurückgegeben wird, bis ein unmittelbares Nachbarlement 3 gefunden worden ist, das noch nicht angefragt worden ist und das für die Herstellung der Verbindung in Frage kommt.

[0086] Nach einer Reservierung des Netzelements 2 beziehungsweise der Zelle 4 oder ist eine Vermittlungsanfrage an ein Vorgängerelement zurückgegeben worden, wird das Netzwerk 1 beziehungsweise die Zelle 4 gemäß dem zu Fig. 4a beschriebenen Verfahren aktualisiert

[0087] Nach der Aktualisierung wird geprüft, ob ein oder mehrere unmittelbare Nachbarelemente 3 vorhanden sind und ein Nachbarelement 3 für die weitere Verbindung ausgewählt und eine nächste Vermittlungsanfrage an dieses Netzelement 2 initiiert.

[0088] In Fig. 4c ist ein Flussdiagramm des Ablaufs der Verbindungsprüfung nach Aufbau der Gesamtverbindung 8 dargestellt. Bei der Verbindungsprüfung wird zunächst geprüft, ob die Einzelverbindung 10 zum Vorgängerelement gestört oder aufgelöst ist. Dies schließt die Prüfung nach der erforderlichen und der vorhandenen Einwahl- und Vermittlungskapazität des Vorgängerelements sowie die Prüfung der Bitfehlerrate und der Blockierungswahrscheinlichkeit ein. Dabei werden die technischen und die strukturellen Erfordernisse berücksichtigt. Ist die Verbindung demgemäß funktionsfähig, wird die Einzelverbindung 10 zu dem Nachfolgerelement entsprechend geprüft. Sind auch dort keine Fehler feststellbar, ist die Verbindungsprüfung abgeschlossen. Dieses Verfahren wird solange in regelmäßigen Abständen wiederholt, bis die Gesamtverbindung 8 aufgelöst wird.

[0089] Wird beim Vorgängerelement ein Verbindungsfehler festgestellt, wird das Netzelement 2 als virtuelles Ursprungselement 6' initialisiert und geprüft, ob auch beim Nachfolgerelement ein Fehler der Einzelverbindung 10 aufgetreten ist. Sind beide Seiten des Netzelementes 2 in der Gesamtverbindung 8 gestört, wird die Reservierung des Netzelementes 2 aufgehoben und die Verbindung besteht nicht mehr und die Daten des Netzwerks 1 beziehungsweise der Zelle 4 werden neu aktualisiert.

[0090] Liegt beim Nachfolgerelement kein Fehler vor, so ist das Netzelement 2 das letzte funktionsfähige Netzelement 2 vor der Störung. Die Initialisierung als virtuelles Ursprungselement 6' dient dazu, dass die Gesamtverbindung 8 nicht abgebrochen wird. Auf der anderen Seite der Störung wird das letzte Netzelement 2 vor der Störung festgestellt, dass die Einzelverbindung 10 zwar zum Vorgängerelement intakt ist, sie aber zum Nachfolgerelement gestört ist. In diesem Falle wird das Netzelement 2 als virtuelles Zielelement 7' initialisiert

[0091] Nach der Initialisierung als virtuelles Ursprungsbeziehungsweise Zielelement 6' 7' wird der Aufbau einer Bypassverbindung 12 initiiert, indem von jeder Seite der gestörten Einzelverbindung 10 Vermittlungsanfragen an die unmittelbaren Nachbarelemente in Richtung der virtuellen Ursprungs- beziehungsweise Zielelemente 6', 7' gestellt werden, bis die Gesamtverbindung 8 wiederhergestellt ist. Nach Wiederherstellung der Gesamtverbindung 8 durch den Bypass 12, wird das Netzwerk 1, beziehungsweise die beteiligten Zellen 4 aktualisiert, um den neuen Gegebenheiten Rechnung zu tragen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Netzwerk
- 2, 2' Netzelement
- 3 unmittelbares Nachbarelement
- 4 Zelle
- 5 mittelbares Nachbarelement
- 6, 6' Ursprungselement
- 7, 7' Zielelement
- 8 Gesamtverbindungen
- 9 Grenzen
- 10 Einzelverbindungen

- 11 Schleife
- 12 Bypass
- 13, 13' Teilstück einer gestörten Verbindung
- 14, 14' Endnetzelement

#### Patentansprüche

1. Nichthierarchisches Netzwerk mit miteinander korrespondierenden Netzelementen, welche Send- und Empfangsmittel zur Kommunikation mit anderen Netzelementen sowie Datenverarbeitungsmittel zur Steuerung der Selbstorganisation im Netzwerk aufweisen und welche verbindungsrelevante Daten der Nachbarelemente erfassen, verarbeiten und speichern, wobei jedes Netzelement einen Datensatz mit verbindungsrelevanten Daten erzeugt und diesen an seine unmittelbaren Nachbarelemente weitergibt, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Netzelement mit innerhalb seiner Reichweite befindlichen, unmittelbaren Nachbarelementen eine Zelle bildet, welche von mittelbaren Nachbarelementen umgeben ist, dass wenigstens ein unmittelbares Nachbarelement mit einem mittelbaren Nachbarelement eine weitere Zelle bildet, dass der Datensatz über die Reichweite des zugehörigen Netzelements hinaus von den unmittelbaren Nachbarelementen an mittelbare Nachbarelemente übermittelbar ist und dass jedes Netzelement aus den Datensätzen der unmittelbaren Nachbarelemente verbindungsrelevante Daten der mittelbaren Nachbarelemente ermittelt und speichert.

2. Netzwerk gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzwerk mobile Netzelemente aufweist, vorzugsweise mobile Funk- und/oder Handfunkgeräte, welche ein Funknetz bilden.

3. Netzwerk gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzwerk stationäre Netzelemente aufweist, vorzugsweise stationäre Funkgeräte zur Erhöhung der Dichte der mobilen Netzelemente im Funknetz mit geringer Dichte.

4. Netzwerk gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Netzelement Einwahl- und Vermittlungskapazität für die Eigenverbindung und für Fremdverbindungen aufweist.

5. Netzwerk gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzelement wenigstens einen Datensatz mit Daten über seine Belegung, freie Einwahl- und Vermittlungskapazität und/oder Qualität der möglichen Verbindungen in der zugeordneten Zelle, vorzugsweise in vorbestimmten zeitlichen Abständen, an die unmittelbaren Nachbarelemente sendet und dass die Daten mittels Datensätzen der unmittelbaren Nachbarelemente an mittelbar benachbarte Netzelemente übermittelbar sind.

6. Netzwerk gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Netzelement wenigstens einen Datensatz mit Daten über die Belegung und/oder freie Einwahl- und Vermittlungskapazität der zugeordneten Nachbarelemente erzeugt und an die unmittelbaren Nachbarelemente weitergibt.

7. Netzwerk gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Datensatz mit den Daten des Netzelements und/oder der Datensatz mit den gespeicherten Daten des Netzwerks für einen vorbestimmten Zeitraum und/oder in einem vorbestimmten räumlichen Ausbreitungsgebiet gültig sind.

8. Netzwerk gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung zwischen einem Ursprungselement und einem Zielelement de-

zentral durch Aufbau einer Einzelverbindung oder durch mehrere Einzelverbindungen mit zwischengeordneten, jeweils unmittelbar benachbarten Netzelementen durch eine von den Datenverarbeitungsmitteln gesteuerte Routine herstellbar ist.

9. Netzwerk gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Kommunikation zwischen einem Ursprungselement und einem Zielelement Einzelverbindungen der zwischengeordneten Netzelemente, vorzugsweise von zumindest einem der an den Einzelverbindungen beteiligten Netzelemente, selbstständig kontrollierbar und bei Störungen selbsttätig korrigierbar sind.

10. Netzwerk gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Korrektur einer oder mehrerer gestörter Einzelverbindung durch Auswahl von alternativen Nachbarelementen, selbstständige Reservierung der Vermittlungskapazität und Herstellung einer alternativen Verbindung über die ausgewählten, benachbarten Netzelemente durch die der gestörten Einzelverbindung nächst liegenden, verfügbaren Netzelemente erfolgt.

11. Verfahren zum Betrieb eines Netzwerkes nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Netzelemente selbstständig und dezentral nach dem Einschalten in das Netzwerk eingebunden werden,

auf Anforderung eines Ursprungselements einer Verbindung den Aufbau eines ihnen zugeordneten Verbindungsteilstücks durch Einwahl und Vermittlung zu einem benachbarten Netzelement vornehmen und,

auf Anforderung eines Ursprungs- und/oder Zielelements einer Verbindung die Auflösung der Verbindung bewirken

und dass die selbstständige und dezentrale Organisation durch individuell ermittelte, einer Zelle zugeordnete, verbindungsrelevante Daten gesteuert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Netzelement durch folgende Schritte ins Netzwerk eingebunden und/oder im Netzwerk reorganisiert wird:

Initialisierung der eigenen Systemparameter;  
Bestimmung der eigenen Position im Netzwerk;  
Aufbau einer virtuellen Zelle von unmittelbar benachbarten Netzelementen;  
Weitergabe eigener Daten an die unmittelbaren Nachbarn;  
Freigabe der Einwahl- und Vermittlungskapazität für Eigen- und/oder Fremdverbindungen.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Initialisierung und/oder bei der Reorganisation eines Netzelementes Daten über die Position, über die unmittelbar benachbarten Netzelemente und über die zur Verfügung stehende eigene Vermittlungskapazität des Netzelementes ermittelt, gespeichert und an die unmittelbaren Nachbarelemente weitergegeben werden.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Position durch Abfrage und/oder Empfang der Netzdaten der unmittelbaren Nachbarelemente erfolgt.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Position durch Abfrage und/oder Signalpegelbestimmung eines allgemein zur Verfügung stehenden Orientierungssignals erfolgt, vorzugsweise eines GPS-Signals.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Initialisierung und/

oder bei der Reorganisation eines Netzelementes die Daten der mittelbaren Nachbarelemente aus den Datensätzen der unmittelbaren Nachbarelemente ermittelt und in einem weiteren Datensatz gespeichert werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Aufbau einer Zelle von unmittelbaren Nachbarelementen durch Erzeugung eines Datensatzes von verbindungsrelevanten Daten des Netzwerks und/oder der Nachbarelemente erfolgt, welche durch Abfrage und/oder Empfang der Netzdaten der unmittelbaren Nachbarelemente ermittelt werden.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass Daten des Netzelements über dessen Belegung und/oder freie Einwahl- und Vermittlungskapazität, vorzugsweise in vorbestimmten zeitlichen Abständen, an die unmittelbaren Nachbarelemente gesendet werden und dass der Datensatz mit den gespeicherten Daten des Netzwerks auf Anfrage der unmittelbaren Nachbarelemente übermittelt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass Einwahl und Vermittlung des Netzelements, nachdem es im Netzwerk eingebunden worden ist, mit folgenden Schritten vorgenommen wird:

- Routing;
- Reservierung der für die Verbindung vorgesehenen Netzelemente;
- Initialisierung der für die Verbindung vorgesehenen Netzelemente;
- Aufbau der Verbindung durch Belegung der notwendigen Einwahl- und Vermittlungskapazität.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass beim Routing wenigstens ein Wegewahlensatz erzeugt wird, der Daten der für die Verbindung erforderlichen Netzelementen umfasst, welche ausreichend Einwahl- und Vermittlungskapazität sowie die notwendige Qualität für eine Verbindung aufweisen und dass für jede Einzelverbindung das jeweils günstigste Netzelement ausgewählt wird.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgewählten Netzelemente durch Belegung der notwendigen Einwahl- und Vermittlungskapazität reserviert werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Datensätze der ausgewählten Netzelemente für die Verbindung initialisiert werden und dass die Netzelemente die neuen Datensätze an ihre unmittelbaren Nachbarelemente weitergeben.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflösung einer Verbindung mit folgenden Schritten vorgenommen wird:

- Auflösung der Gesamtverbindung durch, vorzugsweise schrittweise, Aufhebung der Reservierung jeder der beteiligten Einzelverbindungen;
- Reorganisation der an der Verbindung beteiligten Netzelemente;
- Freigabe der Einwahl- und Vermittlungskapazität der beteiligten Netzelemente an das Netzwerk.

24. Netzelement zur Verwendung in einem Netzwerk nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass mittels Sende- und Empfangsmitteln zur Kommunikation mit anderen Netzelementen sowie Datenverarbeitungsmitteln zur Steuerung der Selbstorganisation im Netzwerk verbindungsrelevante Daten benachbarter Netzelemente erfassbar, verarbeitbar und

speicherbar sind und dass Daten über die eigene Einwahl- und Vermittlungskapazität sowie Daten über die Belegung und/oder freie Einwahl- und Vermittlungskapazität der zugeordneten Nachbarelemente an unmittelbar benachbarte Netzelemente propagierbar sind. 5

25. Netzelement nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Netzelement Steuerungsmittel aufweist, mit denen benachbarte Netzelemente steuerbar sind.

26. Netzelement nach einem der Ansprüche 24 und 25, 10 dadurch gekennzeichnet, dass mit den Steuerungsmitteln die Einwahl- und Vermittlungskapazität benachbarter Netzelemente abfragbar, speicherbar und reservierbar ist.

27. Netzelement nach einem der Ansprüche 24 bis 26, 15 dadurch gekennzeichnet, dass für den Aufbau einer Verbindung zu einem unmittelbar benachbarten Netzelement dessen Einwahl- und Vermittlungskapazität mittels Steuerungsmitteln konnektierbar ist.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

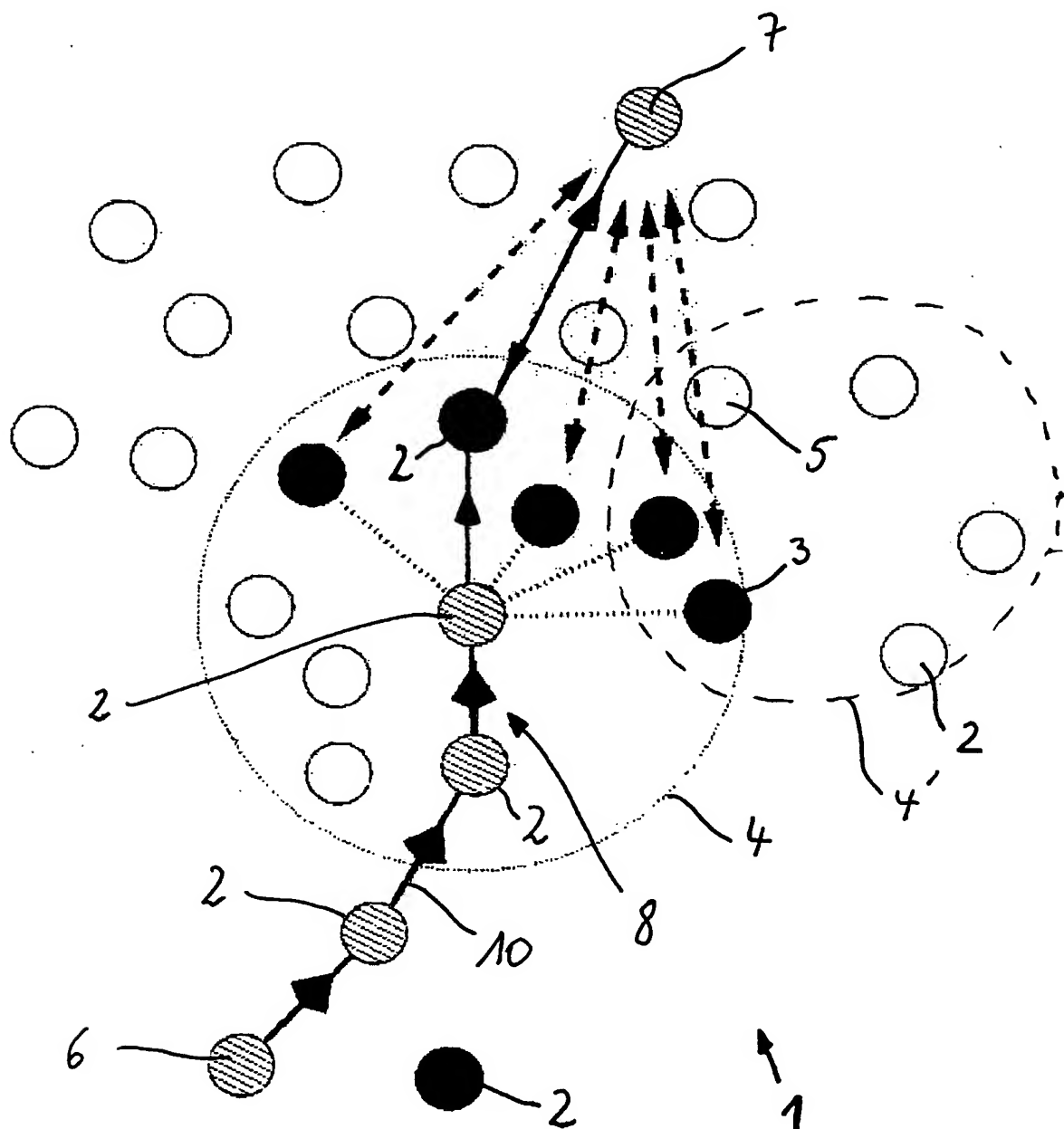
50

55

60

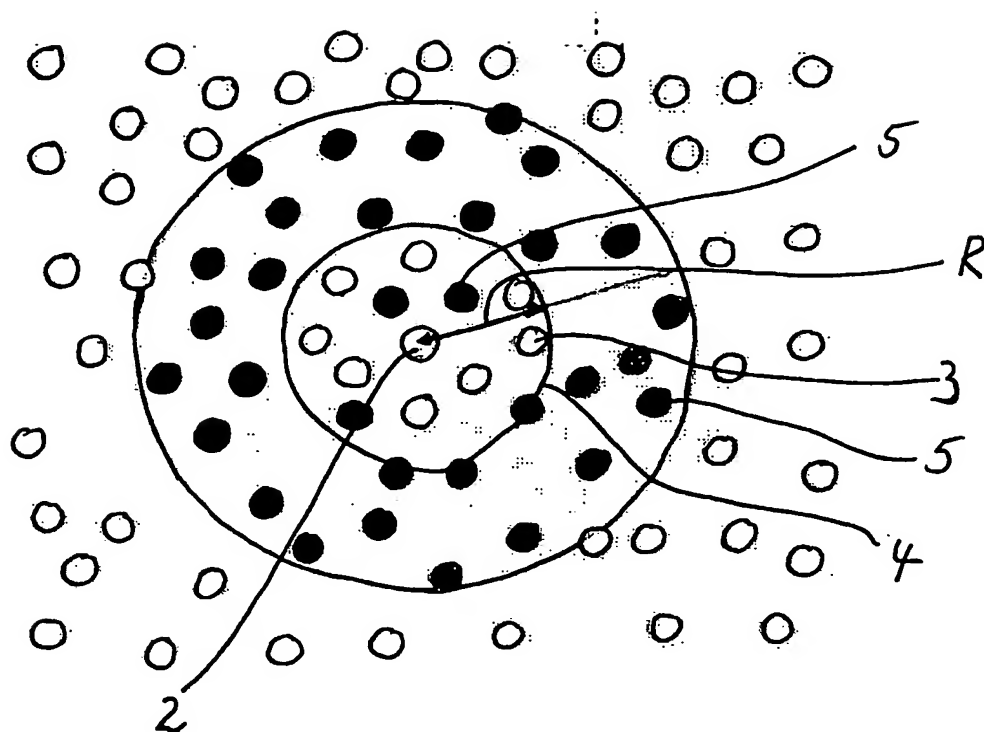
65

- Leerseite -

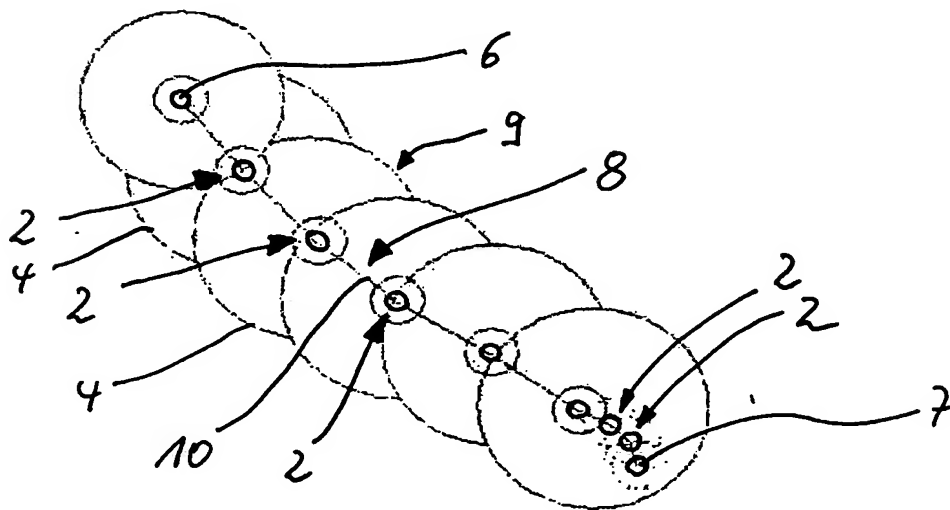


**Fig. 1**

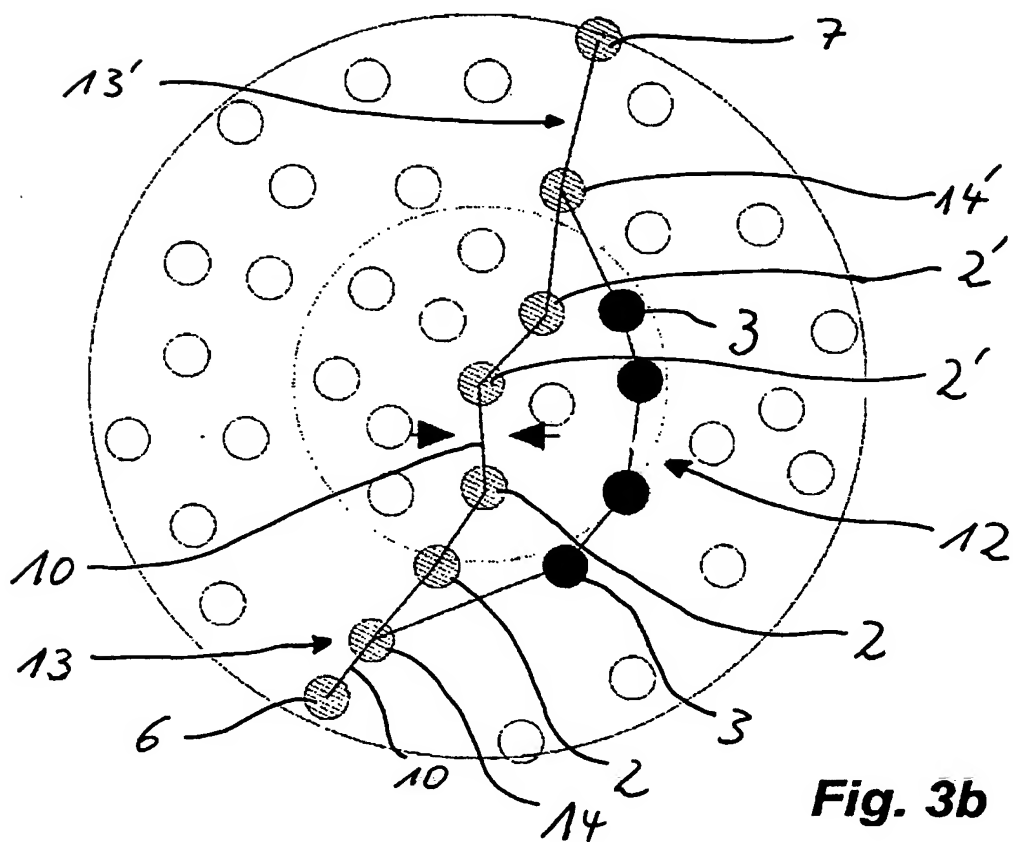
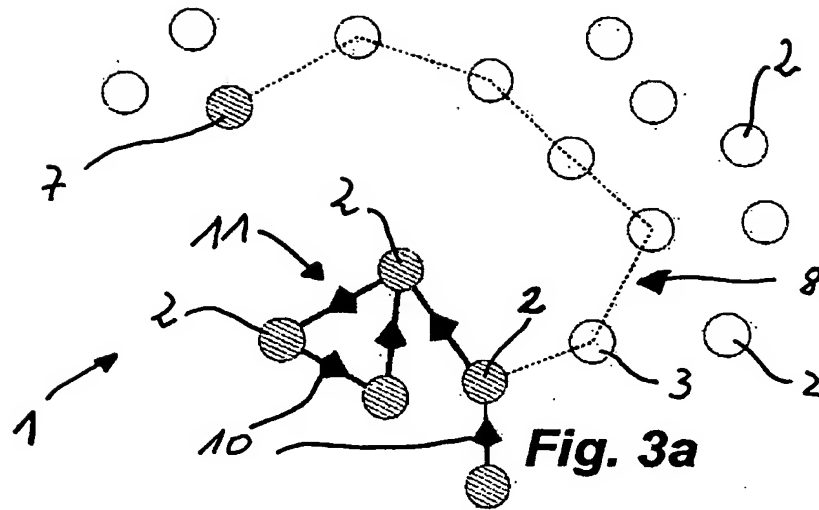


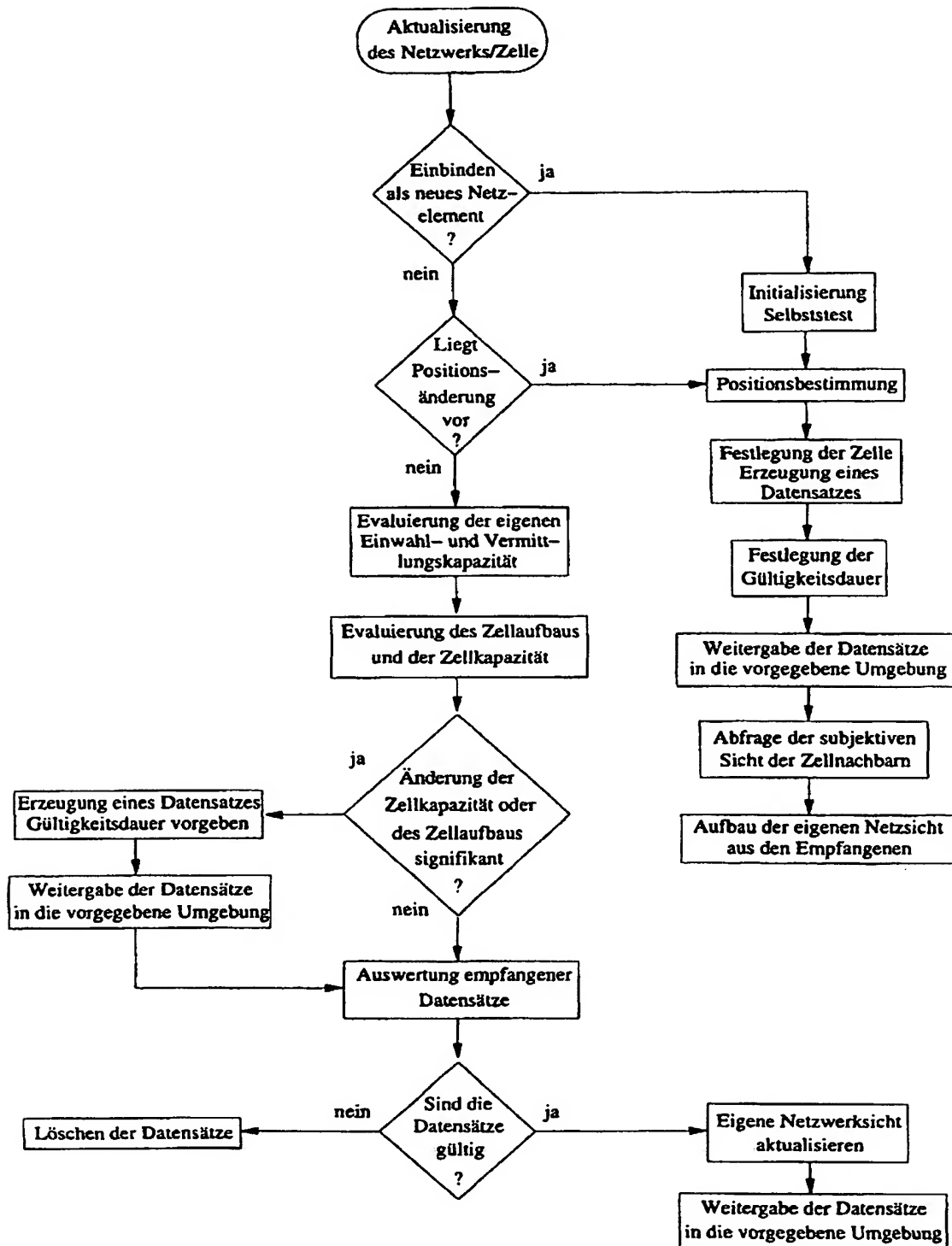


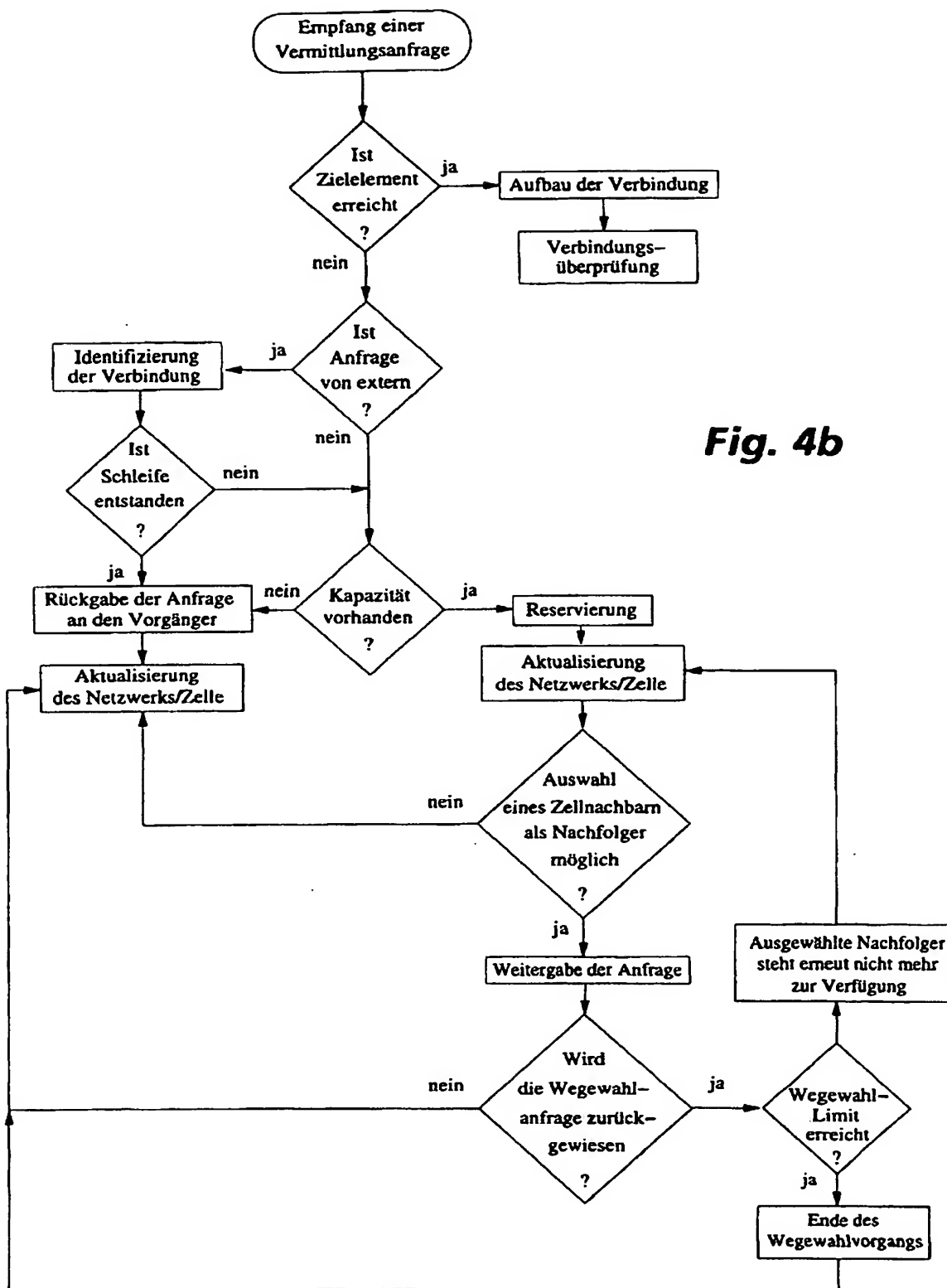
**Fig. 2a**

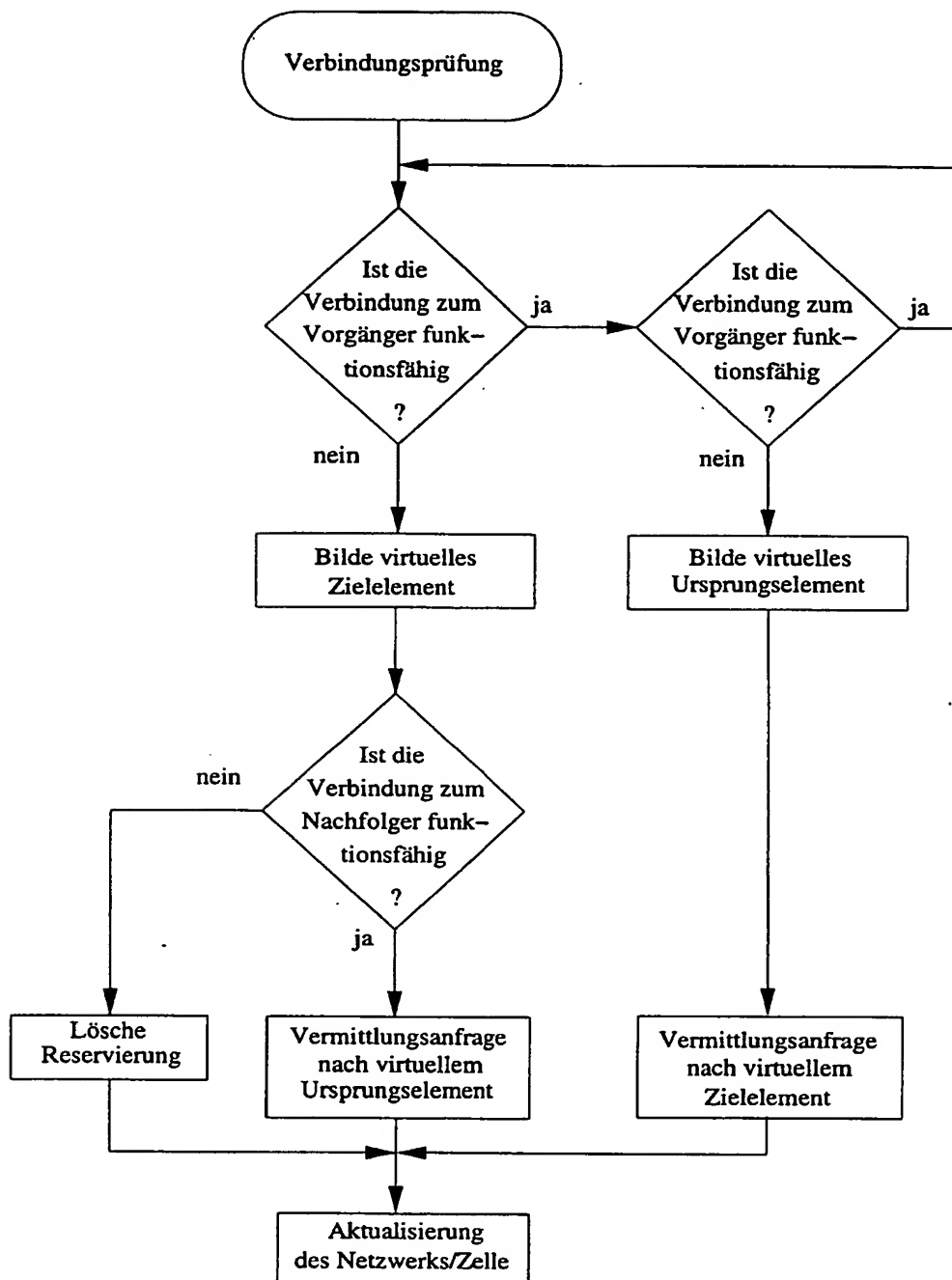


**Fig. 2b**



**Fig. 4a**



**Fig. 4c**